

## MAGNETIC HEAD FOR PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING

Patent Number: JP2001266310  
Publication date: 2001-09-28  
Inventor(s): ROPPONGI TETSUYA; MOGI YUKO; NOMURA IZUMI  
Applicant(s): TDK CORP  
Requested Patent: JP2001266310  
Application Number: JP20000073844 20000316  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/31  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a magnetic head for perpendicular magnetic recording easily manufactured with simple structure and capable of easily achieving a high recording density.

**SOLUTION:** This magnetic head for perpendicular magnetic recording is constructed in such a manner that the magnetic pole part 6a of a first magnetic layer 6 and the magnetic pole part 9a of a second magnetic layer 9 are disposed close to each other via a gap part 8, and the end surface of the medium opposing surface 30 side of the magnetic pole part 9a of the second magnetic layer 9 is disposed in a position away from the medium opposing surface 30.

\_\_\_\_\_

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-266310

(P2001-266310A)

(43)公開日 平成13年9月28日(2001.9.28)

(51) Int.Cl.:

識別記号

FI

テ-マ-ト・(参考)

G 1 1 B 5/31

**G 1 1 B 5/31**

D 5 D 0 3 3

C

E

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-73844(P2000-73844)

(22)出願日 平成12年3月16日(2000.3.16)

(71)出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 堯明者 六本木 哲也

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 茂木 優子

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美

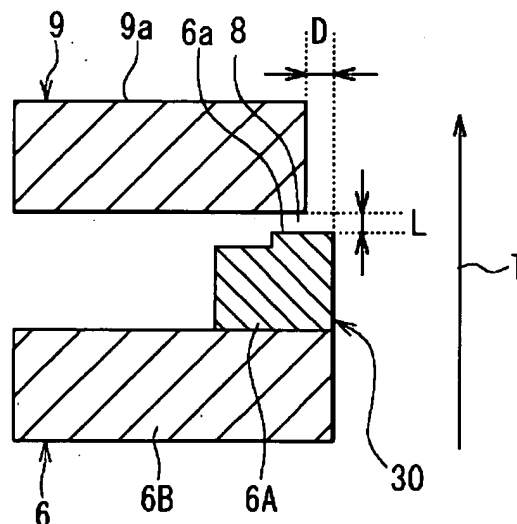
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録用磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 構造が簡単で製造しやすく、記録の高密度化を容易に実現できる垂直磁気記録用磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドでは、第１の磁性層６の磁極部分６aと第２の磁性層９の磁極部分９aとがギャップ部８を介して接近した位置に配置されていると共に、第２の磁性層９の磁極部分９aの媒体対向面３０側の端面が媒体対向面３０から離れた位置に配置されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに磁氣的に連結され、記録媒体に対向する媒体対向面側においてギャップ部を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、

少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備え、

前記第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面は媒体対向面から離れた位置に配置され、

前記第1の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面は、前記第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面よりも媒体対向面側に配置されていることを特徴とする垂直磁気記録用磁気ヘッド。

【請求項2】 前記第1の磁性層は記録媒体の進行方向の後側に配置され、前記第2の磁性層は記録媒体の進行方向の前側に配置されることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録用磁気ヘッド。

【請求項3】 前記第1の磁性層において、磁極部分を含む少なくとも一部は高飽和磁束密度材によって構成されていることを特徴とする請求項1または2記載の垂直磁気記録用磁気ヘッド。

【請求項4】 前記第2の磁性層において、磁極部分を含む少なくとも一部は高飽和磁束密度材によって構成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の垂直磁気記録用磁気ヘッド。

【請求項5】 前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間の距離は1 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の垂直磁気記録用磁気ヘッド。

【請求項6】 前記第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面と媒体対向面との距離は1 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の垂直磁気記録用磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ディスク装置等に用いられる垂直磁気記録用磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置における面記録密度を高める技術として、垂直磁気記録が注目されている。この垂直磁気記録用の薄膜磁気ヘッドには、リング型ヘッドと単磁極型ヘッドとがある。単磁極型ヘッドは、リング型ヘッドに比べて磁極近傍での磁束の漏れが小さいので、記録密度を高める点では有利である。単磁極型ヘッドを用いる場合には、記録媒体としては一般的に、基板上に高透磁率の軟磁性層と磁気記録層とを積層した2層媒体が用いられる。

【0003】従来の単磁極型ヘッドは、例えば、特開平3-17807号公報に示されるように、磁束リターン

ヨークとして機能する磁性基板上に、主磁極を含むヘッドの構成要素を形成した構成になっている。このような構成の単磁極型ヘッドでは、記録媒体における上記軟磁性層を、ヘッドの主磁極と磁性基板を含む磁路の一部として利用することで、記録媒体の磁気記録層に対する高密度な垂直方向の磁気記録と再生とを可能にしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のような従来の垂直磁気記録用の薄膜磁気ヘッドは、単磁極型であると共に、主磁極と磁気シールドとして機能する磁性基板との間隔が大きいため、磁性基板は、主磁極に対する外部からの漏洩磁界をシールドする効果を十分に発揮できない。そのため、従来は、外部からの漏洩磁界によって記録媒体の磁化が減磁されて記録媒体上の情報が劣化したり、最悪な場合には情報が消去されてしまうという問題点があった。また、漏洩磁界を防ぐためには複雑なシールド構造をとる必要があるという問題点があった。

【0005】また、上述のような従来の垂直磁気記録用の薄膜磁気ヘッドは、主磁極の先端部と磁性基板との間隔が大きいため、記録媒体に記録される垂直方向の磁化パターンの形状は、主磁極の先端部の形状に直接依存してしまう。そのため、高記録密度化のためには主磁極全体を微細化していくことが求められ、記録の高密度化を図ることが困難であるという問題点があった。

【0006】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、構造が簡単で製造しやすく、2層媒体だけでなく、軟磁性層を設けない単層媒体においても、急峻な磁界勾配を実現でき、記録の高密度化を容易に実現できるようにした垂直磁気記録用磁気ヘッドを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドは、互いに磁氣的に連結され、記録媒体に対向する媒体対向面側においてギャップ部を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備え、第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面は媒体対向面から離れた位置に配置され、第1の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面は、第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面よりも媒体対向面側に配置されているものである。

【0008】本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドでは、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分とがギャップ部を介して互いに対向し、且つ第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面は媒体対向面から離れた位置に配置され、第1の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面は、第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の

端面よりも媒体対向面側に配置されているので、垂直磁気記録用の磁界はギャップ部近傍の小さな領域に集中する。

【0009】本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドにおいて、第1の磁性層は記録媒体の進行方向の後側に配置され、第2の磁性層は記録媒体の進行方向の前側に配置されてもよい。

【0010】また、本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドでは、第1の磁性層において、磁極部分を含む少なくとも一部は高飽和磁束密度材によって構成されていてもよい。

【0011】また、本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドでは、第2の磁性層において、磁極部分を含む少なくとも一部は高飽和磁束密度材によって構成されていてもよい。

【0012】また、本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドにおいて、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間の距離は $1\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0013】また、本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドにおいて、第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面と媒体対向面との距離は $1\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態に係る垂直磁気記録用磁気ヘッド（以下、単に磁気ヘッドと言う。）の構成を示す断面図である。なお、図1は記録媒体に対向する媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図2は本実施の形態に係る磁気ヘッドの要部を示す平面図である。図3は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す斜視図である。なお、図2および図3は、磁気ヘッドを媒体対向面および基板の面に垂直な面で左右対称に分割して得られる片側半分（以下、 $1/2$ 部分と言う。）を表している。また、図4は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図4は媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図5は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す平面図である。図6は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図6は媒体対向面に平行な断面を示している。

【0015】本実施の形態に係る磁気ヘッドは、アルティック（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ）等のセラミック材料よりなる基板1と、この基板1の上に形成されたアルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）等の絶縁材料よりなる絶縁層2と、この絶縁層2の上に形成された磁性材料よりなる下部シールド層3と、この下部シールド層3の上に、絶縁層4を介して形成された再生用のMR（磁気抵抗効果）素子5と、このMR素子5の上に絶縁層4を介して形成された磁性材料よりなる第1の磁性層6とを備えている。第1の磁性層

6は、記録ヘッドにおける一方の磁性層と、再生ヘッドにおける上部シールド層とを兼ねてもよい。

【0016】MR素子5の一端部は媒体対向面30に配置されている。MR素子5には、AMR（異方性磁気抵抗効果）素子、GMR（巨大磁気抵抗効果）素子あるいはTMR（トンネル磁気抵抗効果）素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。

【0017】第1の磁極層6は、後述する薄膜コイルの一部に対向する領域を含む領域に配置されたヨーク部分層6Bと、ヨーク部分層6Bの薄膜コイル側の面において媒体対向面30の近傍の位置に接続され、磁極部分6aを含む磁極部分層6Aと、ヨーク部分層6Bの薄膜コイル側の面において薄膜コイルの中心の近傍の位置に接続され、後述する第2の磁性層と接続される接続部分層6Cとを有している。磁極部分層6Aにおける磁極部分6aは、磁極部分層6Aにおける他の部分より突出するように形成されている。

【0018】磁極部分層6Aは、高飽和磁束密度材によって構成されている。本出願において、高飽和磁束密度材とは、飽和磁束密度が $1.4\text{T}$ 以上の磁性材料を言う。高飽和磁束密度材の例としては、 $\text{NiFe}$ （ $\text{Ni}$ ：45重量％、 $\text{Fe}$ ：55重量％）、 $\text{FeN}$ やその化合物、Co系アモルファス合金、 $\text{Fe-Co}$ 、 $\text{Fe-M}$ 、 $\text{Fe-Co-M}$ の中のうちの少なくとも1種類を挙げることができる。ここで、Mは、 $\text{Ni}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{C}$ 、 $\text{B}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ti}$ 、 $\text{Zr}$ 、 $\text{Hf}$ 、 $\text{Mo}$ 、 $\text{Ta}$ 、 $\text{Nb}$ 、 $\text{Cu}$ （いずれも化学記号）の中から選択された少なくとも1種類である。

【0019】磁気ヘッドは、更に、接続部分層6Cを中心に、一部が磁極部分層6Aと接続部分層6Cとの間を通るように巻回された薄膜コイル7を備えている。

【0020】磁気ヘッドは、更に、薄膜コイル7の一部を挟んでヨーク部分層6Bに対向するように配置された磁性材料よりなる第2の磁性層9を備えている。なお、薄膜コイル7は、第1の磁性層6および第2の磁性層9に対して絶縁された状態で設けられている。図2に示したように、第2の磁性層9は、媒体対向面30の近傍に配置された磁極部分9aと、この磁極部分9aの媒体対向面30とは反対側に配置されたヨーク部分9bとを含んでいる。磁極部分9aは一定の幅を有し、ヨーク部分9bの幅は磁極部分9aの幅よりも大きくなっている。ヨーク部分9bは接続部分層6Cに接続されている。

【0021】図1および図4に示したように、第1の磁性層6における磁極部分6aと第2の磁性層9における磁極部分9aとの間にはギャップ部8が設けられている。ギャップ部8はアルミナ等の非磁性且つ絶縁性の材料によって形成されている。

【0022】また、磁気ヘッドは、更に、絶縁層2の上に形成された上記各層を覆うように形成された絶縁層10を備えている。

【0023】本実施の形態に係る磁気ヘッドにおいて、下部シールド層3、絶縁層4、MR素子5および第1の磁性層6は再生ヘッドを構成する。また、第1の磁性層6、薄膜コイル7、ギャップ部8および第2の磁性層9は記録ヘッドを構成する。

【0024】図4に示したように、第1の磁性層6は記録媒体の進行方向Tの後側に配置され、第2の磁性層9は記録媒体の進行方向Tの前側に配置されている。

【0025】また、図4に示したように、第2の磁性層9の磁極部分9aの媒体対向面30側の端面は、媒体対向面30から離れた位置に配置されている。一方、第1の磁性層6の磁極部分6aの媒体対向面30側の端面は、第2の磁性層9の磁極部分9aの媒体対向面30側の端面よりも媒体対向面30側に配置されている。本実施の形態では、特に、第1の磁性層6の磁極部分6aの媒体対向面30側の端面は媒体対向面30と同一位置に配置されている。

【0026】第2の磁性層9の磁極部分9aの媒体対向面30側の端面と媒体対向面30との距離（以下、リセス長と言う。）Dは $1\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

【0027】また、第1の磁性層6の磁極部分6aと第2の磁性層9の磁極部分9aとの間の距離（以下、ギャップ長と言う。）Lは $1\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

【0028】第1の磁性層6の磁極部分6aの幅W1は記録のトラック幅を決定する。

【0029】一例として、本実施の形態では、第1の磁性層6の磁極部分6aの幅W1を $0.2\mu\text{m}$ とし、第2の磁性層9の磁極部分9aの幅W2を $2\mu\text{m}$ とし、ギャップ長Lを $0.4\mu\text{m}$ とし、リセス長Dを $0.8\mu\text{m}$ とする。

【0030】本実施の形態に係る磁気ヘッドの作用および効果は、他の実施の形態に係る磁気ヘッドの作用および効果と共に後で説明する。

【0031】〔第2の実施の形態〕図7は本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの構成を示す断面図である。なお、図7は媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図8は本実施の形態に係る磁気ヘッドの要部を示す平面図である。図9は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す斜視図である。なお、図8および図9は、 $1/2$ 部分を表している。また、図10は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図10は媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図11は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す平面図である。図12は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図12は媒体対向面に平行な断面を示している。

【0032】本実施の形態に係る磁気ヘッドでは、第1の磁性層6は以下のような構成になっている。すなわち、第1の磁性層6は、薄膜コイル7の一部に対向する

領域を含む領域に配置された第1の層6Eと、この第1の層6Eの薄膜コイル7側に隣接するように配置された第2の層6Dと、第2の層6Dの薄膜コイル7側の面において薄膜コイル7の中心の近傍の位置に接続され、第2の磁性層9と接続される接続部分層6Cとを有している。

【0033】図10に示したように、第2の層6Dは、第1の層6Eの薄膜コイル7側の面全体に接するように配置されたヨーク部分6D<sub>2</sub>と、このヨーク部分6D<sub>2</sub>における媒体対向面30の近傍の位置より、薄膜コイル7側に突出するように形成された突出部分6D<sub>1</sub>とを含んでいる。突出部分6D<sub>1</sub>は、第1の磁性層6の磁極部分6aを含んでいる。磁極部分6aは、突出部分6D<sub>1</sub>における他の部分より突出するように形成されている。第2の層6Dは高飽和磁束密度材によって構成されている。

【0034】一例として、本実施の形態では、第1の磁性層6の磁極部分6aの幅W1を $0.2\mu\text{m}$ とし、第2の磁性層9の磁極部分9aの幅W2を $4\mu\text{m}$ とし、ギャップ長Lを $0.4\mu\text{m}$ とし、リセス長Dを $0.5\mu\text{m}$ とする。

【0035】本実施の形態に係る磁気ヘッドのその他の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0036】以下、図13ないし図16を参照して、本実施の形態における第1ないし第3の変形例について説明する。

【0037】図13は第1の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図13は媒体対向面に平行な断面を示している。第1の変形例では、第1の磁性層6の第2の層6Dの上面の一部を選択的にエッチングすることにより、磁極部分6aを形成している。

【0038】図14は第2の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図14は媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図15は第2の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図15は媒体対向面に平行な断面を示している。第2の変形例では、第2の磁性層9を、第1の磁性層6側の第1の層9Aと、第1の磁性層6とは反対側の第2の層9Bに分け、第1の層9Aを高飽和磁束密度材によって構成している。

【0039】図16は第3の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図16は媒体対向面に平行な断面を示している。第3の変形例では、第2の変形例における第1の磁性層6の第2の層6Dの上面の一部を選択的にエッチングすることにより、磁極部分6aを形成している。

【0040】本実施の形態に係る磁気ヘッドの作用および効果は、他の実施の形態に係る磁気ヘッドの作用および効果と共に後で説明する。

【0041】[第3の実施の形態] 図17は本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの構成を示す断面図である。なお、図17は媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図18は本実施の形態に係る磁気ヘッドの要部を示す平面図である。図19は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す斜視図である。なお、図18および図19は、1/2部分を表している。また、図20は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図20は媒体対向面および基板の面に垂直な断面を示している。図21は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す平面図である。図22は本実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図22は媒体対向面に平行な断面を示している。

【0042】本実施の形態に係る磁気ヘッドは、第1の実施の形態と同様の基板1、絶縁層2、下部シールド層3、絶縁層4およびMR素子5を備えている。

【0043】磁気ヘッドは、更に、絶縁層4の上に形成された磁性材料よりなる第1の磁性層16を備えている。第1の磁性層16は、記録ヘッドにおける一方の磁性層と、再生ヘッドにおける上部シールド層とを兼ねている。本実施の形態では、第1の磁性層16は、一つの層で構成され、また、高飽和磁束密度材によって構成されているが、第2の実施の形態と同様に、磁性層16は、2層構造とし、そのうちのギャップ部側の層を高飽和磁束密度材によって構成してもよい。

【0044】図18、図19、図21および図22に示したよう、第1の磁性層16は、後述する薄膜コイル側の面において媒体対向面30の近傍の位置に形成された磁極部分16aを含んでいる。磁極部分16aは、その周辺部分より突出するように形成されている。磁極部分16aは、例えば、図19に示したように、第1の磁性層16の上面の一部を選択的にエッチングすることにより形成されている。

【0045】磁気ヘッドは、更に、第1の磁性層16の薄膜コイル側の面において薄膜コイルの中心の近傍の位置に接続され、後述する第2の磁性層と接続される磁性材料よりなる接続部分層26を備えている。

【0046】磁気ヘッドは、更に、接続部分層26を中心にして巻回された薄膜コイル17を備えている。

【0047】磁気ヘッドは、更に、薄膜コイル17の一部を挟んで第1の磁性層16に対向するように配置された磁性材料よりなる第2の磁性層19を備えている。なお、薄膜コイル17は、第1の磁性層16および第2の磁性層19に対して絶縁された状態で設けられている。図18に示したように、第2の磁性層19は、媒体対向面30の近傍に配置された磁極部分19aと、この磁極部分19aの媒体対向面30とは反対側に配置されたヨーク部分19bとを含んでいる。磁極部分19aは一定の幅を有し、ヨーク部分19bの幅は磁極部分19aの

幅よりも大きくなっている。ヨーク部分19bは接続部分層26に接続されている。また、ヨーク部分19bにおける媒体対向面30側の一部は、媒体対向面30に近づくほど第1の磁性層16に近づくように屈曲している。

【0048】また、第2の磁性層19は、第1の磁性層16側に配置された第1の層19Aと、第1の磁性層16とは反対側に配置された第2の層19Bとを含んでいる。第1の層19Aは高飽和磁束密度材によって構成されている。なお、第2の磁性層19は、高飽和磁束密度材を用いずに構成することも可能である。

【0049】図17および図20に示したように、第1の磁性層16における磁極部分16aと第2の磁性層19における磁極部分19aとの間にはギャップ部18が設けられている。ギャップ部18はアルミナ等の非磁性且つ絶縁性の材料によって形成されている。

【0050】また、磁気ヘッドは、更に、絶縁層2の上に形成された上記各層を覆うように形成された絶縁層20を備えている。

【0051】図20に示したように、第1の磁性層16は記録媒体の進行方向Tの後側に配置され、第2の磁性層19は記録媒体の進行方向Tの前側に配置されている。

【0052】また、図20に示したように、第2の磁性層19の磁極部分19aの媒体対向面30側の端面は、媒体対向面30から離れた位置に配置されている。一方、第1の磁性層16の磁極部分16aの媒体対向面30側の端面は、第2の磁性層19の磁極部分19aの媒体対向面30側の端面よりも媒体対向面30側に配置されている。本実施の形態では、特に、第1の磁性層16の磁極部分16aの媒体対向面30側の端面は媒体対向面30と同一位置に配置されている。

【0053】第1の実施の形態と同様に、第2の磁性層19の磁極部分19aの媒体対向面30側の端面と媒体対向面30との距離であるリセス長Dは1 $\mu$ m以下が好ましい。また、第1の磁性層16の磁極部分16aと第2の磁性層19の磁極部分19aとの間の距離であるギャップ長Lは1 $\mu$ m以下が好ましい。

【0054】第1の磁性層16の磁極部分16aの幅W1は記録のトラック幅を決定する。

【0055】一例として、本実施の形態では、第1の磁性層16の磁極部分16aの幅W1を0.08 $\mu$ mとし、第2の磁性層19の磁極部分19aの幅W2を2 $\mu$ mとし、ギャップ長Lを0.4 $\mu$ mとし、リセス長Dを0.5 $\mu$ mとする。

【0056】図23は、本実施の形態における変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。なお、図23は媒体対向面に平行な断面を示している。この変形例では、第1の磁性層16の上面において、磁極部分16aの両側の部分は、第1の磁性層16の両端部

までエッチングされている。

【0057】次に、上記第1ないし第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの作用および効果について説明する。

【0058】上記各実施の形態に係る磁気ヘッドでは、第1の磁性層6、16の磁極部分6a、16aと第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aとがギャップ部8、18を介して互に対向し、且つ第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aの媒体対向面30側の端面は媒体対向面30から離れた位置に配置され、第1の磁性層6、16の磁極部分6a、16aの媒体対向面30側の端面は、第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aの媒体対向面30側の端面よりも媒体対向面30側に配置されている。このような構成の磁気ヘッドでは、垂直磁気記録用の磁界はギャップ部8、18の近傍の小さな領域に集中する。

【0059】図24は、第1ないし第3の実施の形態に係る磁気ヘッドについて、磁気ヘッドの媒体対向面30から20nm離れた位置における垂直方向の磁界（相対値）と記録媒体の進行方向の位置との関係を示した結果の一例を示す特性図である。図24において、右側が記録媒体の進行方向前方、左側が記録媒体の進行方向後方である。また、図24において、一点鎖線は第1の実施の形態の磁気ヘッドの特性を示し、点線は第2の実施の形態の磁気ヘッドの特性を示し、実線は第3の実施の形態の磁気ヘッドの特性を示している。なお、図24における位置の原点は、第1の磁性層6、16の磁極部分6a、16aのギャップ部8、18側の端部の位置としている。

【0060】図24から、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドでは、垂直磁気記録用の磁界となる垂直方向の磁界がギャップ部8、18の近傍の小さな領域に集中することが分かる。これにより、各実施の形態に係る磁気ヘッドによれば、記録媒体に対して微細で高密度の磁化パターンを形成することができ、その結果、記録の高密度化を容易に実現することができる。

【0061】また、図24から、垂直方向の磁界の勾配は、記録媒体の進行方向後方（図24における左側）に比べて、記録媒体の進行方向前方（図24における右側）の方が急峻である。従って、各実施の形態のように、第1の磁性層6、16を記録媒体の進行方向の後側に配置し、第2の磁性層9、19を記録媒体の進行方向の前側に配置すると、これとは逆の配置の場合に比べて、記録媒体における磁化反転遅延幅が小さくなり、記録媒体においてより高密度の磁化パターンを形成することができ、その結果、より記録の高密度化が可能になる。

【0062】次に、図25を参照して、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドにおいてギャップ長Lが磁気ヘッドの特性に与える影響について説明する。図25は、本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドにおいて、

ギャップ長Lと、磁気ヘッドの媒体対向面30から20nm離れた位置における垂直方向の磁界の最大値（相対値）との関係を示した結果の一例を示す特性図である。この例では、垂直方向の磁界の最大値は、ギャップ長Lが0.4μmのときに最も大きく、ギャップ長Lが大きくなるに従って小さくなっている。従って、ギャップ長Lは、ある程度小さい方が好ましく、具体的には1μm以下が好ましい。なお、図25は第3の実施の形態に係る磁気ヘッドについての特性を示したが、第1または第2の実施の形態に係る磁気ヘッドについての特性も図25とはほぼ同様である。

【0063】次に、図26を参照して、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドにおいてリセス長Dが磁気ヘッドの特性に与える影響について説明する。図26は、本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドにおいて、リセス長Dと、磁気ヘッドの媒体対向面30から20nm離れた位置における垂直方向の磁界（相対値）との関係を示した結果の一例を示す特性図である。図26において、実線はリセス長Dが0.3μmのときの特性を示し、点線はリセス長Dが0.5μmのときの特性を示している。図26から、リセス長Dが大きくなると、垂直方向の磁界の最大値が小さくなることが分かる。従って、リセス長Dは、ある程度小さい方が好ましく、具体的には1μm以下が好ましい。なお、最適なりセス長Dの値は、磁気ヘッドに要求される特性等に応じて変化する。また、図25は第1の実施の形態に係る磁気ヘッドについての特性を示したが、第2または第3の実施の形態に係る磁気ヘッドについての特性も図25とはほぼ同様である。

【0064】ところで、垂直磁気記録用の記録媒体には、磁気記録層の他に軟磁性層を有しない単層媒体と、磁気記録層の他に軟磁性層を有する2層媒体とがある。2層媒体は、軟磁性層を有するために、単層媒体に比べてノイズの影響を受けやすい。しかしながら、従来の単磁極型ヘッドでは、軟磁性層を磁路の一部として利用するため、記録媒体として2層媒体を用いる必要があった。これに対し、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドでは、記録媒体として単層媒体も2層媒体も使用可能である。このことを図27および図28を参照して説明する。

【0065】図27は、従来の単磁極型ヘッドについて、記録媒体として単層媒体を用いた場合と2層媒体を用いた場合とで特性を比較した結果の一例を示す特性図である。図27では、磁気ヘッドの媒体対向面30から20nm離れた位置における垂直方向の磁界（相対値）と記録媒体の進行方向の位置との関係を示している。また、図27において、実線は単層媒体を用いた場合の特性を示し、点線は2層媒体を用いた場合の特性を示している。図27から、単磁極型ヘッドを用いる場合には、記録媒体として単層媒体を用いると垂直方向の磁界が極

端に小さくなるため、単層媒体では記録磁界を確保しにくい。

【0066】図28は、第3の実施の形態に係る磁気ヘッドについて、記録媒体として単層媒体を用いた場合と2層媒体を用いた場合とで特性を比較した結果の一例を示す特性図である。図28では、磁気ヘッドの媒体対向面30から20nm離れた位置における垂直方向の磁界（相対値）と記録媒体の進行方向の位置との関係を示している。また、図28において、実線は単層媒体を用いた場合の特性を示し、点線は2層媒体を用いた場合の特性を示している。図28から分かるように、第3の実施の形態に係る磁気ヘッドを用いる場合には、記録媒体として単層媒体を用いても2層媒体を用いても特性に大きな差異はない。従って、第3の実施の形態に係る磁気ヘッドでは、記録媒体として、2層媒体のみならず、ノイズの影響を受けにくい単層媒体も使用することが可能である。なお、このことは第1または第2の実施の形態に係る磁気ヘッドについて同様である。

【0067】以上説明したように、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドは、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面30側においてギャップ部8、18を介して互いに対向する磁極部分6a、16aを含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1の磁性層6、16および第2の磁性層9、19と、少なくとも一部が第1の磁性層6、16および第2の磁性層9、19の間に、第1の磁性層6、16および第2の磁性層9、19に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイル7、17とを備えている。第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aの媒体対向面30側の端面は媒体対向面30から離れた位置に配置され、第1の磁性層6、16の磁極部分6a、16aの媒体対向面30側の端面は、第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aの媒体対向面30側の端面よりも媒体対向面30側に配置されている。

【0068】本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドによれば、第1の磁性層6、16の磁極部分6a、16aと第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aとがギャップ部8、18を介して接近した位置に配置されると共に、第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19aの媒体対向面30側の端面が媒体対向面30から離れた位置に配置されていることから、垂直磁気記録用の磁界がギャップ部8、18の近傍の小さな領域に集中する。そのため、各実施の形態に係る磁気ヘッドによれば、記録媒体に対して高密度の磁化パターンを形成することができ、その結果、記録の高密度化を容易に実現することができる。

【0069】また、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドは、構造が簡単であり、製造が容易である。

【0070】また、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドによれば、第1の磁性層6、16の磁極部分6a、16aと第2の磁性層9、19の磁極部分9a、19a

とがギャップ部8、18を介して接近した位置に配置されているので、外部磁界によって磁極からの漏洩磁界が増大して、記録媒体における磁化を消去するような問題もない。

【0071】また、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドによれば、記録媒体として、2層媒体のみならず、媒体によるノイズを発生しにくい単層媒体も使用することができ、ノイズの影響を低減することが可能になると共に、記録媒体の設計および選択の自由度が増す。

【0072】また、本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドにおいて、第1の磁性層6、16における磁極部分6a、16aを含む少なくとも一部や、第2の磁性層9、19における磁極部分9a、19aを含む少なくとも一部を高飽和磁束密度材によって構成すれば、記録の性能を更に向上させることができる。

【0073】なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、各実施の形態では、第1の磁性層6、16を記録媒体の進行方向の後側に配置し、第2の磁性層9、19を記録媒体の進行方向の前側に配置したが、これとは逆の配置とすることも可能である。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし6のいずれかに記載の垂直磁気記録用磁気ヘッドによれば、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分とがギャップ部を介して接近した位置に配置されていると共に、第2の磁性層の磁極部分の媒体対向面側の端面が媒体対向面から離れた位置に配置されていることから、垂直磁気記録用の磁界がギャップ部の近傍の小さな領域に集中する。従って、本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドによれば、記録媒体に対して高密度の磁化パターンを形成することができ、その結果、2層媒体だけでなく、軟磁性層を設けない単層媒体においても、急峻な磁界勾配を実現でき、記録の高密度化を容易に実現することができるという効果を奏する。また、本発明の垂直磁気記録用磁気ヘッドによれば、磁気ヘッドの構造が簡単であり、製造が容易になるという効果を奏する。

【0075】また、請求項2記載の垂直磁気記録用磁気ヘッドによれば、第1の磁性層を記録媒体の進行方向の後側に配置し、第2の磁性層を記録媒体の進行方向の前側に配置したので、より記録の高密度化が可能になるという効果を奏する。

【0076】また、請求項3記載の垂直磁気記録用磁気ヘッドによれば、第1の磁性層において、磁極部分を含む少なくとも一部を高飽和磁束密度材によって構成したので、記録の性能を向上させることができるという効果を奏する。

【0077】また、請求項4記載の垂直磁気記録用磁気ヘッドによれば、第2の磁性層において、磁極部分を含む少なくとも一部を高飽和磁束密度材によって構成した



ので、記録の性能を向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドの要部を示す平面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す平面図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

【図8】本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの要部を示す平面図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す平面図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態における第1の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図14】本発明の第2の実施の形態における第2の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図15】本発明の第2の実施の形態における第2の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図16】本発明の第2の実施の形態における第3の変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図17】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの構成を示す断面図である。

【図18】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの要部を示す平面図である。

【図19】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す斜視図である。

【図20】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図21】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す平面図である。

【図22】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図23】本発明の第3の実施の形態における変形例の磁気ヘッドの磁極部分の近傍を示す断面図である。

【図24】本発明の各実施の形態に係る磁気ヘッドについて垂直方向の磁界と記録媒体の進行方向の位置との関係を求めた結果の一例を示す特性図である。

【図25】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドにおいてギャップ長と垂直方向の磁界の最大値との関係を求めた結果の一例を示す特性図である。

【図26】本発明の第1の実施の形態に係る磁気ヘッドにおいてリセス長と垂直方向の磁界との関係を求めた結果の一例を示す特性図である。

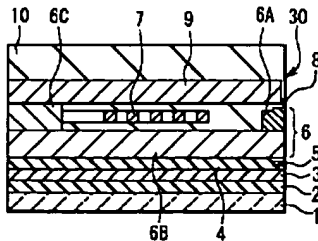
【図27】従来の単磁極型ヘッドについて記録媒体として単層媒体を用いた場合と2層媒体を用いた場合とで特性を比較した結果の一例を示す特性図である。

【図28】本発明の第3の実施の形態に係る磁気ヘッドについて記録媒体として単層媒体を用いた場合と2層媒体を用いた場合とで特性を比較した結果の一例を示す特性図である。

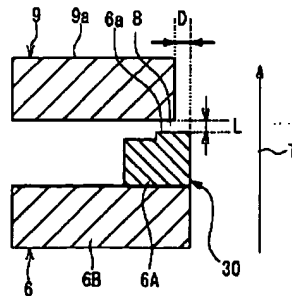
【符号の説明】

6…第1の磁性層、6a…磁極部分、7…薄膜コイル、8…ギャップ部、9…第2の磁性層、9a…磁極部分。

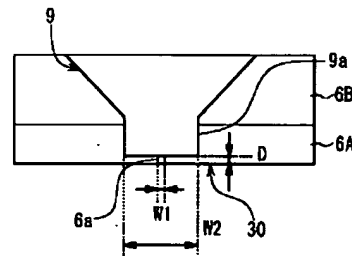
【図1】



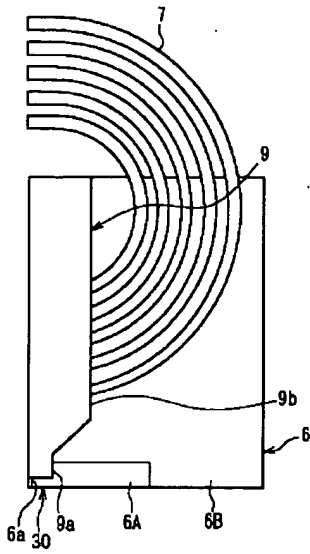
【図4】



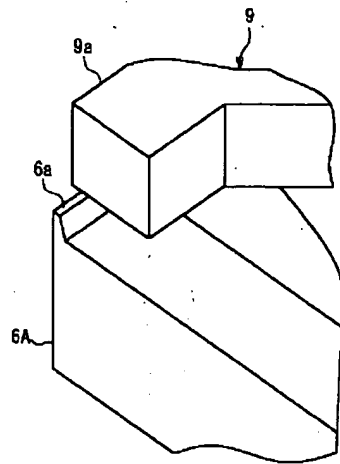
【図5】



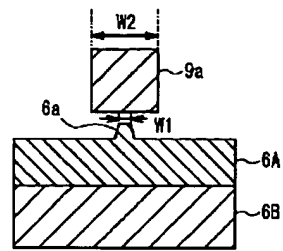
【図2】



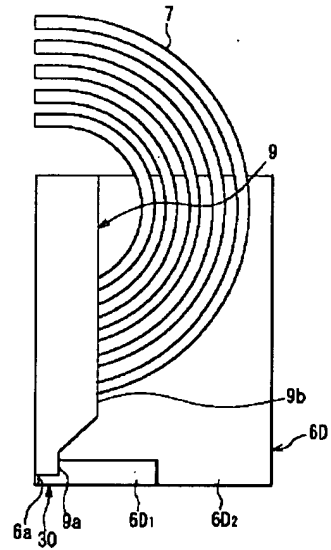
【図3】



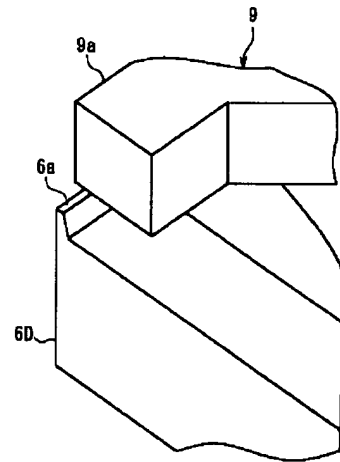
【図6】



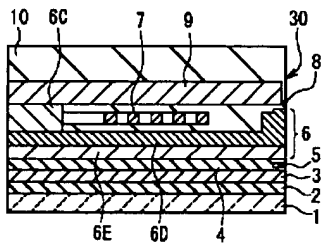
【図8】



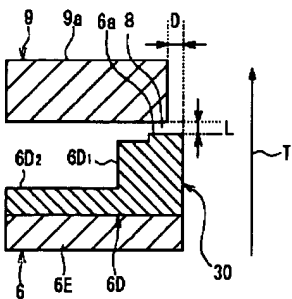
【図9】



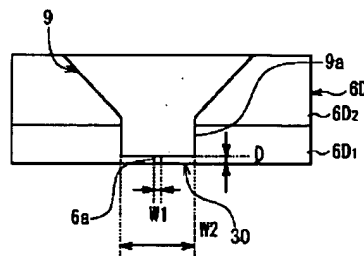
【図7】



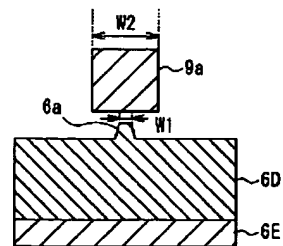
【図10】



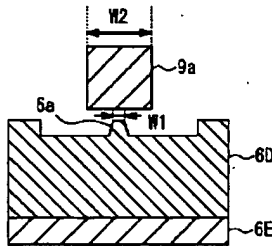
【図11】



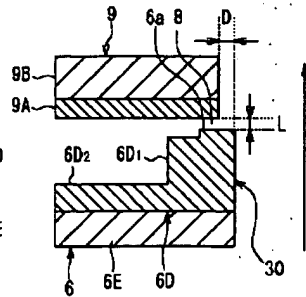
【図12】



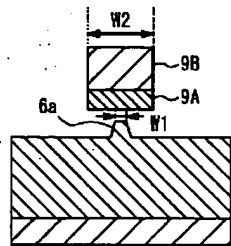
【図13】



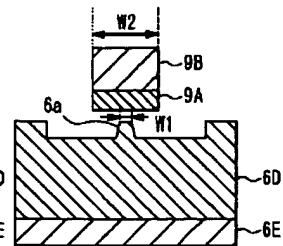
【図14】



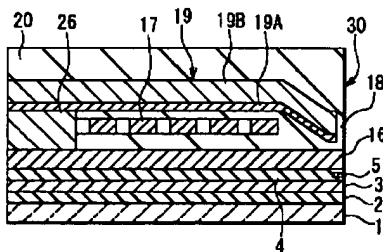
【図15】



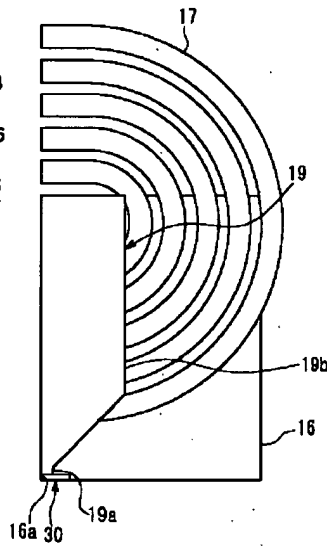
【図16】



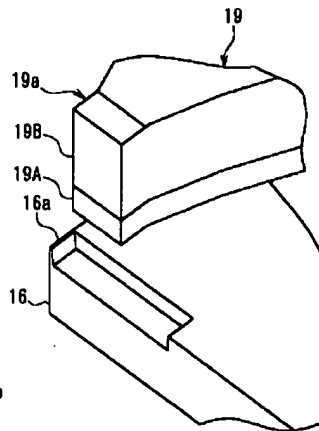
【図17】



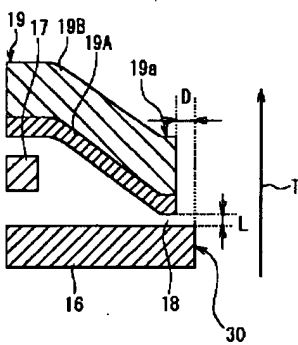
【図18】



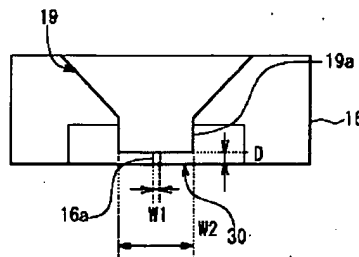
【図19】



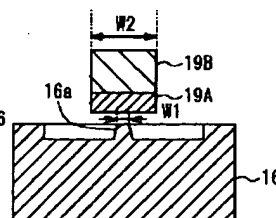
【図20】



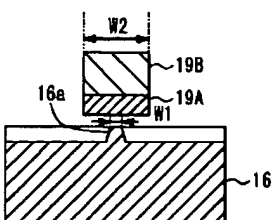
【図21】



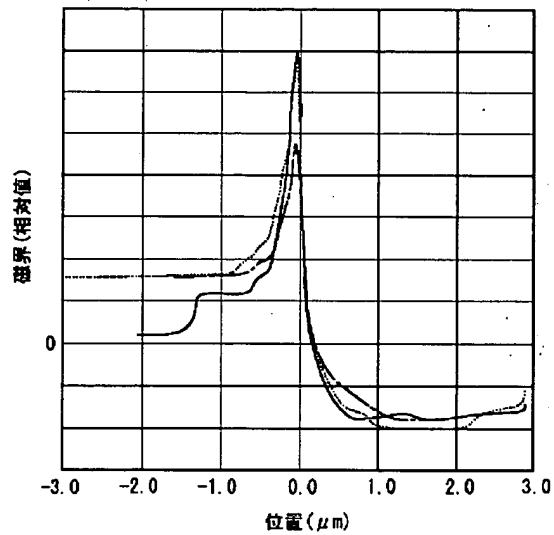
【図22】



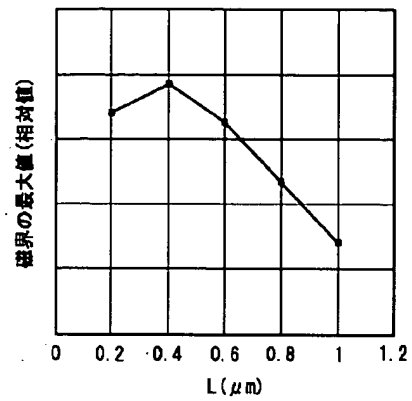
【図23】



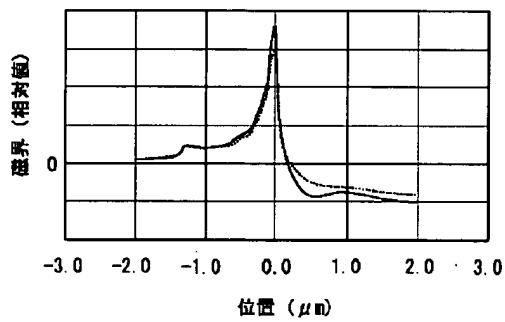
【図24】



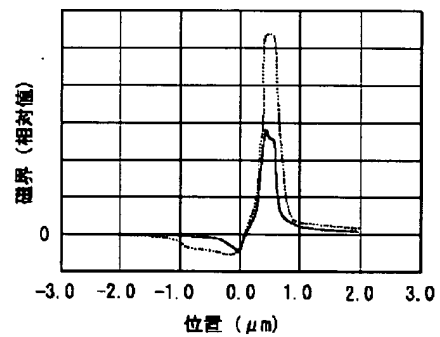
【図25】



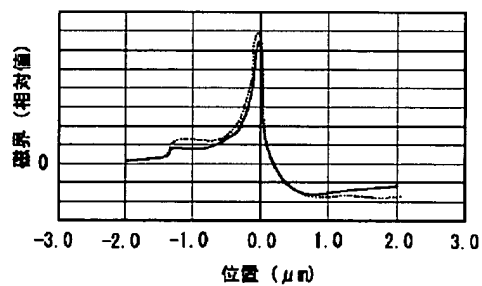
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 野村 いづみ  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー  
ディーケー株式会社内

Fターム(参考) 5D033 AA05 BA08 BA12 BA22